

## Apparatus for operating a valve element

Patent Number: ☐ US5328149  
Publication date: 1994-07-12  
Inventor(s): REUTER MARTIN (DE)  
Applicant(s): MARCO SYSTEMANALYSE ENTW (DE)  
Requested Patent: ☐ DE4220177  
Application Number: US19930079446 19930618  
Priority Number(s): DE19924220177 19920619  
IPC Classification: F16K11/02  
EC Classification: H01L41/09, F16K31/00E3  
Equivalents: ☐ EP0574945, B1

### Abstract

In an apparatus for operating a valve element consisting of a base, an operating lever pivotally journalled with respect to the base and a drive apparatus which is secured to the base and engages the operating lever which has at least one of its ends for operating on the valve element, the drive apparatus comprises two piezo-electric transistors which are secured with a nonparallel orientation between the base and the operating lever such that they are each moveable relative to the base and the operating lever about an axis parallel to the pivoting or rocking axis of the operating lever.

Data supplied from the esp@cenet database - 12



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 42 20 177 A 1

⑤ Int. Cl. 5:  
F 16 K 31/02  
H 02 N 2/00

② Aktenzeichen: P 42 20 177.2  
③ Anmeldetag: 19. 6. 92  
④ Offenlegungstag: 23. 12. 93

DE 42 20 177 A 1

⑦ Anmelder:

Marco Systemanalyse und Entwicklung GmbH,  
85221 Dachau, DE

⑦ Vertreter:

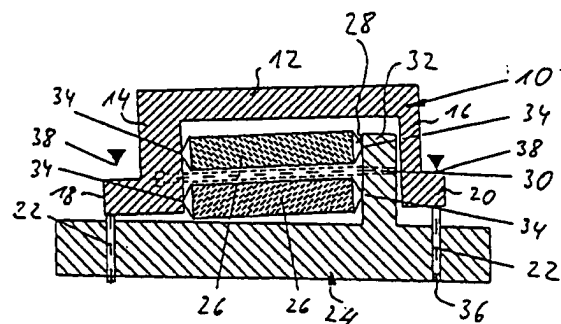
Schaumburg, H., Dipl.-Phys., 63150 Heusenstamm;  
Thoenes, D., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,  
81679 München

⑦ Erfinder:

Reuter, Martin, 8047 Karlsfeld, DE

⑤ Vorrichtung zur Betätigung eines Ventilelementes

⑤ Bei einer Vorrichtung zur Betätigung eines Ventilelementes, umfassend einen Grundkörper (24), einen gegenüber dem Grundkörper (24) schwenkbar gelagerten Betätigungshebel (10) und eine Antriebseinrichtung (26, 26), die am Grundkörper (24) befestigt ist und an dem Betätigungshebel (10) angreift, der mit mindestens einem seiner Enden zum Einwirken auf ein Ventilelement bestimmt ist, umfaßt die Antriebseinrichtung zwei piezo-elektrische Translatoren (26, 26), die mit antiparalleler Wirkungsrichtung zwischen dem Grundkörper (24) und dem Betätigungshebel (10) derart eingespannt sind, daß sie gegenüber dem Grundkörper (24) und dem Betätigungshebel (10) jeweils um eine zur Schwenk- oder Kippachse des Betätigungshebels (10) parallele Achse beweglich sind.



DE 42 20 177 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Betätigung eines Ventilelementes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Üblicherweise werden zur Betätigung von elektrohydraulischen Wegeventilen Elektromagnete verwendet. Dabei sind bei einer Versorgungsspannung von z. B. 12 Volt zum Erzeugen der erforderlichen Anzugskraft von typisch 100 N Spulenströme von einigen hundert Milliampere notwendig.

Beim Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung (z. B. für eigensichere Stromkreise im untertägigen Kohlebergbau) ist es jedoch sehr wünschenswert, die zur Ansteuerung erforderliche elektrische Leistung so gering wie möglich zu halten. In der Regel sind (je nach Ausführung) an jedem Ausbaugestell in einem Kohlestreb etwa acht Funktionen zu steuern. Da es eigensichere Netzteile nicht für beliebige Leistungen gibt, muß pro etwa fünf Ausbaugestelle ein Netzteil installiert werden. Dabei ist bereits berücksichtigt, daß nicht alle Ventile gleichzeitig angesteuert werden.

Ideal wäre ein solch niedriger Stromverbrauch, daß auf Netzteile und auf die zu ihnen führenden 220 Volt-Leitungen innerhalb des Strebs ganz verzichtet werden könnte.

Elektromagnetisch betriebene Ventile haben grundsätzlich den Nachteil, daß zur Aufrechterhaltung des aktiven Schaltzustandes ein permanenter Spulenstrom erforderlich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, zu deren Betätigung nur eine sehr geringe elektrische Leistung erforderlich ist.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Piezo-elektrische Translatoren sind ansich bekannt. Sie bestehen jeweils aus einem Stapel piezo-elektrischer Elemente, die aus einem ferro-elektrischen Keramik-Material hergestellt sind. Die typische Dickenänderung einer Scheibe aus Piezokeramik beträgt zwar nur  $1 \cdot 10^{-3}$  mm bei einer angelegten Feldstärke von 1000 V/mm (wenn der Expansion keine Einspannkraft entgegenwirkt), jedoch kann eine dem erforderlichen Betätigungsweg entsprechende Ausdehnung des Stapels, das heißt des Translators erreicht werden, in dem man eine entsprechende Anzahl von Piezo-Scheiben aufeinander stapelt.

Beim Anlegen der Steuerspannung an einen piezo-elektrischen Translator braucht nur der Ladestrom für die Kapazität des Stellelementes aufgebracht zu werden. Danach fließt nur noch ein vernachlässigbarer Reststrom. Piezo-elektrische Translatoren zeichnen sich durch Verschleißfreiheit, schnelle Schaltzeiten und hohe Stellkraft zu Beginn des Schaltweges aus. Gerade das letztere Merkmal macht sie besonders geeignet zur Betätigung von Hydraulikventilen, da die benötigte Kraft am Stößel eines Hydraulikventils zu Beginn des Stellweges am größten ist, während anschließend die hydraulischen Gegenkräfte schnell abnehmen. Diese Anforderung stimmt mit der Weg/Kraft-Kennlinie von piezo-elektrischen Translatoren überein, wogegen bei einem Antrieb mit einem Elektromagneten bei konstantem Spulenstrom die Hubkraft mit dem Stellweg zunimmt.

Trotz dieser offensichtlichen Vorteile piezoelektrischer Translatoren wird der Einsatz zur Betätigung von Ventilen erst durch die erfindungsgemäße Lösung praktisch sinnvoll.

Beispielsweise hat ein von der Firma Hoechst-Ceramtec hergestellter Translatortyp eine Höhe von 16 mm und erreicht bei einer Spannung von 400 Volt einen Expansionsweg von 20 µm. Eingespant übt er eine Expansionskraft von 1500 N aus. Aus diesen Daten folgt, daß für den geforderten Stellweg von 200 µm eine Hebelübersetzung von 1 : 10 benötigt wird.

Der thermische Ausdehnungskoeffizient von Piezokeramik ist etwa um den Faktor 2 kleiner als der von Stahl ( $13 \cdot 10^{-6}$ ). Bei einer Temperaturänderung von 300 bedeutet dies einen Unterschied in der thermischen Längenänderung von mehr als 3 µm pro 16 mm. Dies ist bereits ein beträchtlicher Teil des Gesamthubes von 20 µm, der mit dem Translator erzielt werden kann.

Die erfindungsgemäße Lösung beseitigt nun dieses Problem, in dem zum Verschwenken oder Kippen des Betätigungshebels das gegenläufige Wirken zweier Translatoren ausgenutzt wird. Nichtelektrische Expansionseffekte, die beispielsweise auf einer Temperaturänderung beruhen und somit in beiden Stapeln gleichartig auftreten, werden dadurch vollständig kompensiert. Somit kann der volle Hub der Translatoren ausgenutzt werden.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, welche in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen die Erfindung an Hand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Funktionsschema einer erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung in einem durch die Translatorennachsen verlaufenden Schnitt und

Fig. 2 einen der Fig. 1 entsprechenden schematischen Schnitt durch eine realistische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung.

In Fig. 1 ist mit 10 ein Kipp- oder Betätigungshebel bezeichnet, der eine im wesentlichen C-förmige Gestalt hat. Er umfaßt einen Mittel- oder Längsschenkel 12 sowie zwei zu diesem senkrechte Querschenkel 14 und 16.

Diese tragen an ihren freien Enden nach außen gerichtete Betätigungsabschnitte 18 bzw. 20, an denen jeweils ein Betätigungsstößel 22 angeordnet ist.

Der Betätigungshebel 10 ist an einem Grundkörper 24 verschwenkbar oder kippbar gelagert. Die Lagerung und das Kippen des Betätigungshebels 10 erfolgt mit Hilfe von zwei piezo-elektrischen Translatoren 26, das heißt Stapeln, die aus einzelnen piezo-elektrischen Elementen aufgebaut sind, die mit ihren Stapelachsen parallel zu einander, mit ihrer Wirkungsrichtung jedoch antiparallel zwischen dem Querschenkel 14 und einer zu diesem im wesentlichen parallelen Spannfläche 28 des Grundkörpers 24 eingespannt sind. Die Spannkraft wird von zwei zwischen den Translatoren 26 verlaufenden Zugschrauben oder Spannbolzen 30 aufgebracht, die einerseits an den Querschenkeln 14 und andererseits an einem die Spannfläche 28 aufweisenden Fortsatz 32 des Grundkörpers 24 angreifen. Die Translatoren 26 sind zwischen dem Querschenkel 14 und der Spannfläche 28 derart eingespannt, daß sie jeweils gegenüber den Spannflächen geringfügig um zur Zeichenebene senkrechte und durch die Spitzen der Dreiecke an den Ecken der Translatoren 26 verlaufende Achsen 34 schwenkbar sind. Die Stößel 22 sind in Bohrungen 36 des Grundkörpers 24 verschiebbar geführt.

Im Ruhezustand wirken den Kräften der beiden Spannschrauben 30 die aus der Kompression der Piezostapel 26 resultierenden elastischen Kräfte entgegen

und halten ihnen das Gleichgewicht. Der Betätigungshebel 10 ist so justiert, daß keine Kippung auftritt. Nicht dargestellte Ventilstößelfedern, die auf die Betätigungsstößel 24 wirken, sorgen dafür, daß der Betätigungshebel 10 auf beiden Seiten an den durch die ausgefüllten Dreiecke 38 angedeuteten Widerlagern anliegt.

Eine gegenläufige Anregung der beiden Translatoren bewirkt eine Verschiebung der Wirkungslinie des von den Stapeln ausgeübten Kräftepaars und damit ein Kippmoment für den Betätigungshebel 10. Die Widerlager 38 sorgen dafür, daß die Kippbewegung sich nur nach unten, das heißt in Richtung der Ventilstößel auswirken kann. Die Vorrichtung wirkt jedoch symmetrisch in beiden Richtungen, so daß durch die Stößel 22 zwei hydraulische Ventilstößel wechselweise betätigt werden können.

Da sowohl die Expansion des einen Translators als auch die Kontraktion des anderen Translators zur Erzeugung der jeweiligen Kippbewegungen herangezogen wird, kann mit vergleichsweise geringem Aufwand der ausreichende Stößelweg und die zum Abheben des Ventilelementes erforderliche Kraft aufgebracht werden.

Bei der in der Fig. 2 dargestellten realistischen Ausführungsform sind gleiche Teile wieder mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die die Gelenkachsen 34 enthaltenden Gelenke sind durch dünne Materialbrücken 40 realisiert, über welche Spannbacken 42, 44 mit dem Querschenkel 14 bzw. dem Grundkörper 24 verbunden sind. Die dargestellte praktische Ausführungsform ist außerordentlich kompakt und praktisch verschleißfrei, da sie keine verschleißanfälligen Gelenkteile hat.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Betätigung eines Ventilelementes, umfassend einen Grundkörper (24), einen gegenüber dem Grundkörper (24) schwenkbar gelagerten Betätigungshebel (10) und eine Antriebseinrichtung (26, 26), die am Grundkörper (24) befestigt ist und an dem Betätigungshebel (10) angreift, der mit mindestens einem seiner Enden zum Einwirken auf ein Ventilelement bestimmt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Antriebseinrichtung zwei piezoelektrische Translatoren (26, 26) umfaßt, die mit antiparalleler Wirkungsrichtung zwischen dem Grundkörper (24) und dem Betätigungshebel (10) derart eingespannt sind, daß sie gegenüber dem Grundkörper (24) und dem Betätigungshebel (10) jeweils um eine zur Schwenk- oder Kippachse des Betätigungshebels (10) parallele Achse beweglich sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Translatoren (26) jeweils zwischen einer grundkörperfesten ersten Spannbacke (44) und einer hebelfesten zweiten Spannbacke (42) eingespannt sind, wobei die Spannbacken (42, 44) mit dem jeweiligen Teil (Hebel 10 und Körper 24) über ein Gelenk (34) verbunden sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gelenk jeweils von einer dünnen Materialbrücke (40) gebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Translatoren (26) an dem Betätigungshebel (10) in einem mittleren Bereich zwischen den Längsenden (18, 20) desselben angreifen und daß jedes Längsende des Betätigungshebels (10) mit einem Ventilbetätigungs-

ment (22) verbunden ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungshebel (10) und die Antriebseinrichtung (26, 26) in einer Aussparung des Grundkörpers (24) derart angeordnet sind, daß der Betätigungshebel (10) im Bereich seiner Längsenden (18, 20) im Ruhezustand jeweils an einem grundkörperfesten Widerlager (38) anliegt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungshebel (10) C-förmig ausgebildet ist mit einem mittleren Längsschenkel (12) und zwei zu diesem im wesentlichen senkrechten Querschenkeln (14, 16), die an ihren freien Enden jeweils einen parallel zum Längsschenkel (12) nach außen gerichteten Betätigungsabschnitt (18, 20) haben, und daß die beiden Translatoren (26) mit ihrer Wirkrichtung parallel zu dem Längsschenkel (12) gerichtet und zwischen der an einem Querschenkel (14) angeordneten hebelfesten Spannfläche (42) und einer parallel zu dieser nahe dem anderen Querschenkel (16) angeordneten grundkörperfesten Spannfläche (44) eingespannt sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Translatoren (26) mittels zweier zwischen ihnen verlaufenden und die Spannflächen (42, 44) durchsetzenden Spannbolzen (30) eingespannt sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

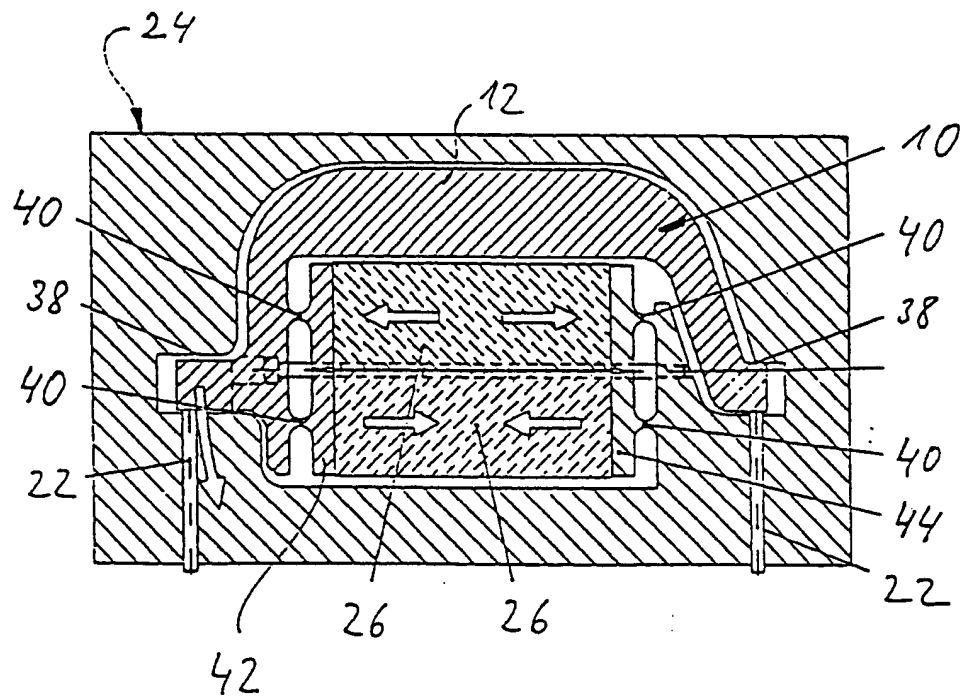
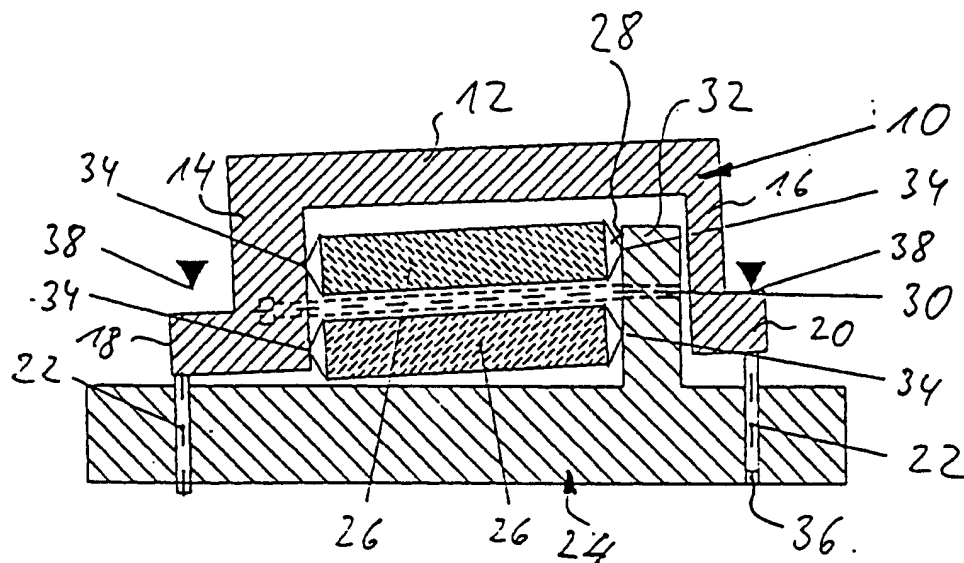


Fig. 2